

10/17/06

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-32611

(P2000-32611A)

(43) 公開日 平成12年1月28日 (2000.1.28)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テ-マ-ト* (参考)
B 6 0 L 11/14		B 6 0 L 11/14	5 H 1 1 1
H 0 2 K 7/10		H 0 2 K 7/10	C 5 H 6 0 7

審査請求 未請求 請求項の数 8 F D (全 13 頁)

(21) 出願番号 特願平10-214909

(22) 出願日 平成10年7月13日 (1998.7.13)

(71) 出願人 000003207

トヨタ自動車株式会社

愛知県豊田市トヨタ町1番地

(72) 発明者 山口 勝彦

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

(74) 代理人 100097146

弁理士 下出 隆史 (外2名)

Fターム(参考) 5H111 BB02 BB06 CC16 CC25 DD05

DD06 DD11 EE01 FF04 FF05

FF13 GG02 GG09 GG17 HB01

5H607 AA00 BB09 CC03 CC05 CC07

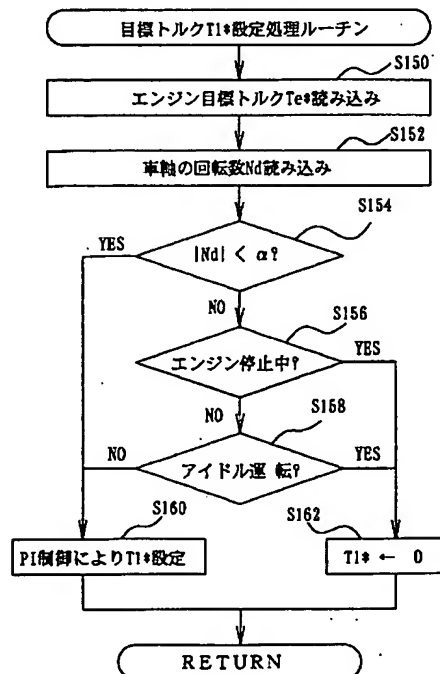
EE28 EE33 EE34 FF24 HH03

(54) 【発明の名称】 動力出力装置及びその制御方法並びにハイブリッド車両

(57) 【要約】

【課題】 エンジンと、モータと、駆動軸とが機械的に結合されたハイブリッド式の動力出力装置において、エンジン停止またはアイドル運転時に共振が生じる等の弊害が生じることがあった。

【解決手段】 エンジンと、モータと、駆動軸とを機械的に結合してハイブリッド式の動力出力装置を構成する。通常走行時はモータの目標トルクをP I制御によって設定するが、エンジンが停止またはアイドル運転時にはモータの目標トルクを略0にすることで、モータの制御に伴う電力消費などを防止することができる。かかる制御において、駆動軸がロックしていればモータの目標トルクをP I制御によって設定する。こうすることで、駆動軸がロックした場合もエンジンの回転数をほぼ一定に維持することができ、共振等の弊害を回避して安定した運転を実現することができる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 出力軸を有する内燃機関と、回転軸を有する電動発電機とを有し、少なくとも前記出力軸と相関をもった異なる回転数で回転可能な状態で該出力軸、該回転軸に機械的に結合された駆動軸から動力を出力可能な動力出力装置であって、

要求された要求動力に応じて前記内燃機関の出力トルクを設定するトルク設定手段と、

前記駆動軸から出力される動力が前記要求動力に一致するように、前記電動発電機をフィードバック制御する制御手段と、

前記内燃機関の出力トルクが実質的に0である場合には、前記制御手段による制御に関わらず、前記電動発電機の出力トルクを略0にして該電動発電機を運転する第2の制御手段とを備える動力出力装置。

【請求項2】 請求項1記載の動力出力装置であって、前記動力出力装置の運転状態に基づいて、前記内燃機関の運転状態が回避されるべき状態に至るか否かを判定する判定手段を有し、

前記第2の制御手段は、

前記内燃機関の出力トルクが実質的に0であり、かつ、前記内燃機関の運転状態が回避されるべき状態に至らないと判定された場合には、前記電動発電機の出力トルクを略0にして該電動発電機を運転する手段である動力出力装置。

【請求項3】 請求項2記載の動力出力装置であって、前記判定手段は、

前記駆動軸の回転数を入力する入力手段と、

前記内燃機関の運転状態が回避されるべき状態に至るか否かを該回転数に基づいて判定する手段とを備える動力出力装置。

【請求項4】 請求項3記載の動力出力装置であって、前記判定手段は、さらに、前記内燃機関の運転状態が回避されるべき状態に至ると一旦判定された後に該判定が成立する範囲から前記回転数が外れてから所定の期間を経過するまでは、前記内燃機関の運転状態が回避されるべき状態に至ると判定する手段である動力出力装置。

【請求項5】 請求項1記載の動力出力装置であって、前記内燃機関の出力軸と、前記電動発電機の回転軸と、前記駆動軸とは、プラネタリギヤを介して機械的に結合されていることを特徴とする動力出力装置。

【請求項6】 出力軸を有する内燃機関と、回転軸を有する電動発電機とを有し、少なくとも前記出力軸と相関をもった異なる回転数で回転可能な状態で、該出力軸、該回転軸に機械的に結合された駆動軸から動力を出力可能な動力出力装置の制御方法であって、(a) 該動力出力装置に要求された要求動力に応じて前記内燃機関の出力トルクを設定する工程と、(b) 前記駆動軸から出力される動力が前記要求動力に一致するように、前記

電動発電機をフィードバック制御する工程と、(c) 前記内燃機関の出力トルクが実質的に0である場合には、前記フィードバック制御と関係なく、前記電動発電機の出力トルクを略0にして該電動発電機を運転する工程とを備える制御方法。

【請求項7】 請求項6記載の制御方法であって、(a1) 前記動力出力装置の運転状態に関するパラメータを検出する工程と、(a2) 該パラメータに基づいて、前記内燃機関の運転状態が回避されるべき状態に至るか否かを判定する工程とを備え、前記工程(c)は、前記内燃機関の出力トルクが実質的に0であり、かつ、前記内燃機関の運転状態が回避されるべき状態に至らないと判定された場合には、前記電動発電機の出力トルクを略0に設定する工程である制御方法。

【請求項8】 出力軸を有する内燃機関と、回転軸を有する電動発電機とを有し、前記出力軸、回転軸、および車輪が備えられた車軸とがプラネタリギヤを介して機械的に結合されたハイブリッド車両であって、該車両に要求された要求動力に応じて前記内燃機関の出力トルクを設定する第1のトルク設定手段と、前記車軸から出力される動力が前記要求動力に一致するように、前記電動発電機をフィードバック制御する制御手段と、

前記車輪がロックしているか否かを判定する判定手段と、

前記内燃機関の出力トルクが実質的に0であり、かつ、前記車輪がロックしていないと判定された場合には、前記制御手段による制御に関わらず、前記電動発電機の出力トルクを略0にして該電動発電機を運転する設定する第2の制御手段とを備えるハイブリッド車両。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、内燃機関と電動発電機とを備え、内燃機関の出力軸と電動発電機の回転軸と駆動軸とが機械的に結合された動力出力装置およびその制御方法並びにハイブリッド車両に関する。

【0002】

【従来の技術】近年、内燃機関と電動発電機とを備えるハイブリッド車両が提案されている。かかるハイブリッド車両としては種々の構成が提案されており、その一つにパラレル・ハイブリッド車両がある。パラレル・ハイブリッド車両では、内燃機関の動力および電動機の動力の双方を車軸に伝達可能である。パラレル・ハイブリッド車両の構成例を図1に示す。

【0003】図1のハイブリッド車両では、エンジン150と、電動発電機MG1、MG2とが備えられている。三者は、プラネタリギヤ120を介して機械的に結合されている。プラネタリギヤ120は、遊星歯車とも呼ばれ以下に示すそれぞれのギヤに結合された3つの回転軸を有している。プラネタリギヤ120を構成するギ

や、中心で回転するサンギヤ121、サンギヤの周辺を自転しながら公転するプラネタリビニオンギヤ123、さらにその外周で回転するリングギヤ122である。プラネタリビニオンギヤ123はプラネタリキャリア124に軸支されている。図1のハイブリッド車両では、エンジン150はプラネタリキャリア124に結合されている。電動発電機MG1はサンギヤ121に結合されている。電動発電機MG2はリングギヤ122に結合されている。リングギヤ122はチェーンベルト129により車軸112に結合されている。

【0004】かかるハイブリッド車両の基本的な動作を説明するために、まずプラネタリギヤ120の動作について説明する。プラネタリギヤ120は、上述した3つの回転軸のうち、2つの回転軸の回転数およびトルク（以下、両者をまとめて回転状態とよぶ）が決定されると残余の回転軸の回転状態が決まるという性質を有している。各回転軸の回転状態の関係は、機構学上周知の計算式によって求めることができるが、共線図と呼ばれる図により幾何学的に求めることもできる。

【0005】図2に共線図の一例を示す。縦軸が各回転軸の回転数を示している。横軸は、各ギヤのギヤ比を距離的な関係で示している。サンギヤ軸125（図中のS）とリングギヤ軸126（図中のR）を両端にとり、位置Sと位置Rの間を1:ρに内分する位置Cをプラネタリキャリア軸127の位置とする。ρはリングギヤ122の歯数（Zr）に対するサンギヤ121の歯数（Zs）の比である。こうして定義された位置S、C、Rにそれぞれのギヤの回転軸の回転数Ns、Nc、Nrをプロットする。プラネタリギヤ120は、このようにプロットされた3点が必ず一直線に並ぶという性質を有している。この直線を動作共線と呼ぶ。動作共線は2点が決まれば一義的に決まる。従って、動作共線を用いることにより、3つの回転軸のうち2つの回転軸の回転数から残余の回転軸の回転数を求めることができる。

【0006】また、プラネタリギヤ120では、各回転軸のトルクを動作共線に働く力に置き換えて示したとき、動作共線が剛体として釣り合いが保たれるという性質を有している。具体例として、プラネタリキャリア軸127に作用するトルクをTeとする。このとき、図2に示す通り、トルクTeに相当する大きさの力を位置Cで動作共線に鉛直下から上に作用させる。作用させる方向はトルクTeの方向に応じて定まる。また、リングギヤ軸126から出力されるトルクTrを位置Rにおいて動作共線に、鉛直上から下に作用させる。図中のTes、Terは剛体に作用する力の分配法則に基づいてトルクTeを等価な2つの力に分配したものである。「 $Tes = \rho / (1 + \rho) \times Te$ 」「 $Ter = 1 / (1 + \rho) \times Te$ 」なる関係がある。以上の力が作用した状態で、動作共線図が剛体として釣り合いがとれているという条件を考慮すれば、サンギヤ軸125に作用すべきト

ルクTm1、リングギヤ軸に作用すべきトルクTm2を求めることができる。トルクTm1はトルクTesと等しくなり、トルクTm2はトルクTrとトルクTerの差分に等しくなる。

【0007】プラネタリキャリア軸127に結合されたエンジン150が回転をしているとき、動作共線に関する上述の条件を満足する条件下で、サンギヤ121およびリングギヤ122は様々な回転状態で回転することができる。サンギヤ121が回転しているときは、その回転動力を利用して電動発電機MG1により発電することが可能である。リングギヤ122が回転しているときは、エンジン150から出力された動力を車軸112に伝達することが可能である。図1に示した構成を有するハイブリッド車両では、エンジン150から出力された動力を車軸に機械的に伝達される動力と、電力として回生される動力に分配し、さらに回生された電力を用いて電動発電機MG2を力行することによって所望の動力を出力しながら走行することができる。

【0008】また、上述のハイブリッド車両では、電動発電機MG1またはMG2の動力を車軸112から出力することができるため、これらの電動発電機により出力される動力のみを用いて走行することもできる。従って、車両が走行中であっても、エンジン150は停止していたり、いわゆるアイドル運転していたりすることがある。このような特徴は図1に示したハイブリッド車両のみならず、パラレルハイブリッド車両に共通の特徴である。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】上述したハイブリッド車両において、エンジン150が停止またはアイドル運転をしながら走行している場合を考える。このとき、エンジン150から出力されるトルクは実質的には0である。車速およびエンジン150の回転数の目標値が決まると図2の共線図によって、電動発電機MG1の目標回転数が決まる。電動発電機MG1は、目標回転数を維持するために必要なトルクを、いわゆる比例積分制御（PI制御）によって出力する。現時点での回転数をセンサにより検出し、目標回転数よりも低ければ回転数を増すための正のトルクを出力する。逆に目標回転数よりも高ければ回転数を低減するための負荷をかける。一方、エンジン150も所定のアイドル回転数を維持するようにスロットル開度や燃料噴射量の制御を行う。

【0010】しかし、回転数センサにより検出される電動発電機MG1の回転数には検出誤差が含まれたり、車両の振動やギヤ間のバックラッシュなどに起因する変動が含まれたりすることがある。また、エンジン150の回転数も変動を繰り返す。従って、上記制御を行った場合、電動発電機MG1には、回転数の変動を修正するための電流がほとんど常に流れた状態となっていた。特に電動発電機MG1は、この制御に伴って、電力を消費し

たり回生したりする。エンジン150から実質的に動力が出力されていない場合に電力を消費し続けられればバッテリーに蓄電された電力の不足を招き、逆に電力を回生し続けられればバッテリーが過充電となる可能性があった。エンジン150が停止している場合であっても、車両の振動などに基づいて電動発電機150を制御することにより、上述した現象が生じる可能性があった。また、場合によっては、エンジン150を回転させる必要がないにも関わらず、電動発電機MG1でエンジン150をモータリングする可能性もあった。

【0011】また、電動発電機MG1の制御に用いられるセンサで検出される回転数と、エンジン150の制御に用いられるセンサで検出される回転数とは必ずしも整合がとれていないことがある。かかる不整合は、両者のセンサの特性の相違や回転数の検出周期の相違によって生じる。かかる不整合によって、電動発電機MG1で電力を消費し続けたり、回生し続ける現象が生じることもあった。例えば、検出された電動発電機MG1の回転数が目標回転数よりも高い場合を考える。このときは電動発電機MG1は回生運転により回転数を低下させるように制御される。この一方で、電動発電機MG1の回転数が目標回転数に収束した時点で検出されたエンジン150の回転数が目標回転数よりも低いとする。エンジン150は回転数を増すための制御を行う。この結果、電動発電機MG1の回転数は目標回転数よりも高くなり、再び回生運転を行う。双方の制御の繰り返しにより、電動発電機MG1は回生運転をし続けることになる。こうした現象は、センサの検出結果の不整合に基づく、電動発電機MG1の制御とエンジン150の制御との相互干渉による課題の一つであった。

【0012】さらに、両者の制御の相互干渉による課題として以下に示す現象が生じることがあった。一般に制御には時間遅れが伴うのが通常であるから、エンジン150の回転数の変動に対し、電動発電機MG1の運転状態は十分に追従できない。かかる制御遅れはエンジン150の回転数の変動につながる。エンジン150がアイドル運転されている場合には、その回転数が所定のアイドル回転数になるように制御される。この制御にも当然、時間遅れが生じる。従って、電動発電機MG1における制御の時間遅れと、エンジン150の制御における時間遅れとの相互作用により、エンジン150の運転が非常に不安定になることがあった。例えば電動発電機MG1で正のトルクが出力された結果、エンジン150の回転数がアイドル回転数よりも大きくなった場合には、エンジン150の燃料噴射量が減らされて所定のアイドル回転数に収束するはずであるが、同時に電動発電機MG1のトルクが低下してしまうことによって、回転数がアイドル回転数以下にまで低下してしまうことがあった。

【0013】従来のハイブリッド車両では、エンジン1

50から実質的にトルクが出力されていない状態において、電動発電機MG1をフィードバック制御した場合に、上述した種々の課題が生じることが見いだされた。かかる課題は、図1に示した構成を有するハイブリッド車両のみならず、内燃機関の出力軸、電動発電機の回転軸、および駆動軸が機械的に結合されたハイブリッド式の動力出力装置に共通の課題である。

【0014】本発明は、かかる課題を解決するためになされたものであり、内燃機関の出力軸、電動発電機の回転軸、および駆動軸が機械的に結合されたハイブリッド式の動力出力装置に関し、内燃機関から実質的にトルクが出力されていない場合でも安定した運転が可能な装置または制御方法を提供することを目的とする。また、かかる動力出力装置を適用したハイブリッド車両を提供することを目的とする。

【0015】

【課題を解決するための手段およびその作用・効果】上記課題の少なくとも一部を解決するために、本発明では以下の構成を採った。本発明の動力出力装置は、出力軸を有する内燃機関と、回転軸を有する電動発電機とを有し、少なくとも前記出力軸と相関をもった異なる回転数で回転可能な状態で、該出力軸、該回転軸に機械的に結合された駆動軸から動力を出力可能な動力出力装置であって、要求された要求動力に応じて前記内燃機関の出力トルクを設定するトルク設定手段と、前記駆動軸から出力される動力が前記要求動力に一致するように、前記電動発電機をフィードバック制御する制御手段と、前記内燃機関の出力トルクが実質的に0である場合には、前記制御手段による制御に関わらず、前記電動発電機の出力トルクを略0にして該電動発電機を運転する第2の制御手段とを備えることを要旨とする。

【0016】上記発明の動力出力装置では、内燃機関の出力トルクが実質的に0である場合には、電動発電機の出力トルクをフィードバック制御ではなく、略0の所定の値に設定する。内燃機関の出力トルクが実質的に0となる場合としては、例えば内燃機関が停止している場合や自立運転、いわゆるアイドル運転している場合が挙げられる。かかる場合に電動発電機の出力トルクを略0としておくことにより、電動発電機が力行運転したり回生運転したりすることを回避できる。従って、電動発電機の制御に伴う種々の課題を回避できる。例えば内燃機関の制御および電動発電機の制御の相互干渉に起因して動力出力装置の運転状態が不安定になる現象を回避することができる。また、動力出力装置が電動発電機と電力をやりとりするバッテリーを備えている場合には、該バッテリーの過充電や過放電を回避することができる。

【0017】本発明の動力出力装置において、前記動力出力装置の運転状態に基づいて、前記内燃機関の運転状態が回避されるべき状態に至るか否かを判定する判定手段を有し、前記第2の制御手段は、前記内燃機関の出力

トルクが実質的に0であり、かつ、前記内燃機関の運転状態が回避されるべき状態に至らないと判定された場合には、前記電動発電機の出力トルクを略0にして該電動発電機を運転する手段であるものとすることもできる。

【0018】かかる動力出力装置では、電動発電機の出力トルクを値0にするのを、内燃機関の運転状態が回避されるべき運転状態に至らないと判定された場合に限っている。回避されるべき運転状態としては、例えば内燃機関の回転数が非常に低回転となり回転が不安定になる運転状態や、逆方向に回転する逆転状態、および捻り共振などが挙げられる。捻り共振とは、内燃機関から出力される動力が伝達される経路に設けられたダンパによる捻り振動と、内燃機関の回転との相互作用によって生じる共振現象をいう。内燃機関の運転状態を考慮することにより、本発明の動力出力装置は、装置全体のより安定した運転を実現可能としている。かかる条件を考慮する利点について図1に示した構成、即ちプラネタリギヤ120によって内燃機関に相当するエンジン150と電動発電機に相当するMG1、駆動軸に相当する車軸が機械的に結合された動力出力装置を例にとって説明する。

【0019】既に説明した通り、かかる構成を有する動力出力装置の運転状態は図2に例示した共線図で表される。図3にエンジン150が自立運転、即ちアイドル回転している場合の共線図を示す。エンジン150がアイドル回転数 N_i で回転している場合、図示する通り、プラネタリキャリア軸127の位置Cに回転数 N_i がプロットされる。車軸、即ちリングギヤ軸126は所定の回転数で正転しているものとすれば、動力出力装置の運転状態は図3中に実線で示す動作共線によって表される。動力出力装置がハイブリッド車両に適用されている場合を想定すれば、かかる運転状態は車両が降坂している状態に相当する。動力出力装置がかかる運転状態にある場合には、前述の通り電動発電機は出力トルクを値0とすることが望ましい。

【0020】次に、この状態でリングギヤ軸126の回転数が急激に減少した場合を考える。例えば、図3中に示すように回転数が値0になった場合を考える。かかる条件下で電動発電機の出力トルクを略0に維持した場合、電動発電機は慣性が比較的大きいため急激に回転数は変動しない。したがって、動作共線は図3中の破線で示す状態に移行する。つまり、プラネタリキャリア軸127、即ちエンジン150の回転数が低下する。一般に内燃機関は低い回転数では安定して運転することができない。また、動力の伝達経路にダンパが設けられている場合、内燃機関が比較的低速で回転している場合には、該ダンパとの相互作用により共振現象を生じることが知られている。図3に示した通り、リングギヤ軸126の回転数の変化に伴って、内燃機関の回転数が低下すると、内燃機関の回転数がこの共振領域に入り運転が不安定になることがある。

【0021】こうした共振現象は内燃機関が停止している場合にも生じ得る。図4は、内燃機関が停止したままリングギヤ軸126が反転している場合の共線図を実線で示している。ハイブリッド車両では後進している場合に相当する。かかる状況下でリングギヤ軸126の回転数が0になった場合の共線図を図4中の破線で示す。図示する通り、内燃機関の回転数が増加し、共振領域に入る可能性がある。

【0022】また、内燃機関の逆転を生じる場合もある。図5は、内燃機関が停止している場合にリングギヤ軸126が正転している場合の共線図を実線で示している。かかる状況下でリングギヤ軸126の回転数が0になった場合の共線図を図5中の破線で示す。図示する通り、内燃機関の回転数が減少し、逆転を始める可能性がある。以上で説明した種々の現象は駆動軸の回転数と内燃機関の回転数とが相関をもった状態で回転可能に結合された動力出力装置であれば、図1に示した構成を有する動力出力装置のみならず、他の結合状態で構成された動力出力装置においても同様に生じ得る。

【0023】上述の動力出力装置では、内燃機関の運転状態も考慮して電動発電機の出力トルクを値0に設定する。例えば共振が生じると判断される場合には、電動発電機のトルクを制御して電動発電機の回転数を変化させることができるから、内燃機関の共振を回避することができる。従って、上述の動力出力装置によれば、本発明の動力出力装置は内燃機関の出力トルクが実質的に0である場合に安定した運転を実現可能となる。

【0024】なお、内燃機関の運転状態が回避されるべき状態に至るか否かの判定には、既に内燃機関の運転状態がそのような状態に至ったか否かの判定も含まれる。上記発明の動力出力装置では、内燃機関の運転状態が回避されるべき状態となっている場合に、電動発電機を所定のフィードバック制御することにより、内燃機関の運転状態が回避されるべき状態に滞留することを抑制することができる。

【0025】内燃機関の運転状態が回避されるべき運転状態に至るか否かの判定方法は、種々の方法が可能であり、例えば、前記判定手段は、前記判定手段は、前記駆動軸の回転数を入力する入力手段と、前記内燃機関の運転状態が回避されるべき状態に至るか否かを該回転数に基づいて判定する手段とを備えるものとすることができる。

【0026】先に説明した通り、内燃機関について回避されるべき運転状態には、共振や逆転などがある。いずれも内燃機関の回転状態に基づいて判断することができる。内燃機関の回転状態と駆動軸の回転状態とは相関があるから、駆動軸の回転状態に基づいて内燃機関の運転状態を判定することもできる。上に例示した判定手段によれば、駆動軸の回転数に基づいて内燃機関の運転状態を判定することができる。図3～図5に示した通り、内

燃機関の運転が回避されるべき状態に至るのは、駆動軸の回転数の変動が原因であることが多い。従って、駆動軸の回転数に基づいて、内燃機関の運転状態を判断するものとするれば、時間遅れを極小に抑えた適切な判断が可能となる利点がある。動力の伝達経路にダンパが設けられている場合には、駆動軸の回転数の変化に起因して、内燃機関の回転数の変化が生じるまでに時間遅れが生じるため、駆動軸の回転数に基づいて内燃機関の運転状態を判定する方法は、ダンパを有した動力出力装置において特に有効性が高い。

【0027】なお、駆動軸の回転数に基づく判定手段では、駆動軸の回転数が所定の範囲にあるか否かを判断基準とすることができる。この所定の回転数は、駆動軸の回転数と内燃機関の回転数との相関に基づいて、内燃機関の運転状態が回避されるべき状態となる際の駆動軸の回転数を求めることにより実験的または解析的に設定することが可能である。その他、駆動軸の回転数の変化率などに基づいて判定するものとしてもよい。

【0028】また、前記判定手段は、さらに、前記内燃機関の運転状態が回避されるべき状態に至ると一旦判定された後に該判定が成立する範囲から前記回転数が外れてから所定の期間を経過するまでは、前記内燃機関の運転状態が回避されるべき状態に至ると判定する手段であるものとしてもできる。

【0029】駆動軸の回転数が前記所定の範囲から外れた直後は、内燃機関の運転状態が再び回避されるべき状態に至る可能性が高い。従って、上記構成をとることにより、内燃機関の運転状態が回避されるべき状態に至る可能性をより確実に避けることができる。

【0030】本発明における機械的な結合としても種々の場合が考えられ、例えば、前記内燃機関の出力軸と、前記電動発電機の回転軸と、前記駆動軸とは、プラネタリギヤを介して機械的に結合されているものとしてすることができる。

【0031】この場合において、必ずしも上記3つの回転軸がプラネタリギヤの3つの回転軸に1対1に結合されている必要はない。例えば、電動発電機の回転軸が内燃機関の出力軸に直接結合された上で、プラネタリギヤに結合されていてもよい。本発明の動力出力装置は、プラネタリギヤの他にベルトやチェーンなどで内燃機関の出力軸、電動発電機の回転軸、駆動軸を機械的に結合して構成しても構わない。

【0032】以上で説明した本発明の概念は、種々の態様で実現可能である。本発明は、例えば以下に示す通り、動力出力装置の制御方法の発明として実現することもできる。出力軸を有する内燃機関と、回転軸を有する電動発電機とを有し、少なくとも前記出力軸と相関をもった異なる回転数で回転可能な状態で、該出力軸、該回転軸に機械的に結合された駆動軸から動力を出力可能な動力出力装置の制御方法であって、(a) 該動力出力

装置に要求された要求動力に応じて前記内燃機関の出力トルクを設定する工程と、(b) 前記駆動軸から出力される動力が前記要求動力に一致するように、前記電動発電機をフィードバック制御する工程と、(c) 前記内燃機関の出力トルクが実質的に0である場合には、前記フィードバック制御と関係なく、前記電動発電機の出力トルクを略0にして該電動発電機を運転する工程とを備える制御方法である。

【0033】また、かかる制御方法において、(a1)

前記動力出力装置の運転状態に関するパラメータを検出する工程と、(a2) 該パラメータに基づいて、前記内燃機関の運転状態が回避されるべき状態に至るか否かを判定する工程とを備え、前記工程(c)は、前記内燃機関の出力トルクが実質的に0であり、かつ、前記内燃機関の運転状態が回避されるべき状態に至らないと判定された場合には、前記電動発電機の出力トルクを略0に設定する工程であるものとしてもできる。

【0034】本発明の動力出力装置を利用して、以下に示すハイブリッド車両の発明を構成することもできる。出力軸を有する内燃機関と、回転軸を有する電動発電機とを有し、前記出力軸、回転軸、および車輪が備えられた車軸とがプラネタリギヤを介して機械的に結合されたハイブリッド車両であって、該車両に要求された要求動力に応じて前記内燃機関の出力トルクを設定する第1のトルク設定手段と、前記車軸から出力される動力が前記要求動力に一致するように、前記電動発電機をフィードバック制御する制御手段と、前記車輪がロックしているか否かを判定する判定手段と、前記内燃機関の出力トルクが実質的に0であり、かつ、前記車輪がロックしていないと判定された場合には、前記制御手段による制御に関わらず、前記電動発電機の出力トルクを略0にして該電動発電機を運転する設定する第2の制御手段とを備えるハイブリッド車両である。

【0035】先に説明した動力出力装置の駆動軸はハイブリッド車両の車軸に相当する。従って、車軸の回転数に基づいて内燃機関の運転状態を判断することができる。車軸の回転数が略0になっている場合が、上述したロックした状態である。なお、車輪がロックしたか否かは必ずしも車軸の回転数によって判断するものでなくてもよい。例えば、車輪がロックしている場合には車軸のトルクが低下するのが通常であるから、トルクに基づいて判定するものとしても構わない。また、いわゆるアンチロックブレーキシステムなど、車輪のロックの有無に基づく制御を行っているシステムが別途搭載された車両では、かかるシステムからの出力を用いることも可能である。

【0036】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態を実施例に基づいて説明する。

(1) 実施例の構成：はじめに、本発明の実施例として

の動力出力装置を適用したハイブリッド車両の構成について図1を用いて説明する。このハイブリッド車両の動力系統は、次の構成から成っている。動力系統に備えられた原動機としてのエンジン150は通常ガソリンエンジンであり、クランクシャフト156を回転させる。エンジン150の運転はEFIECU170により制御されている。EFIECU170は内部にCPU、ROM、RAM等を有するワンチップ・マイクロコンピュータであり、CPUがROMに記録されたプログラムに従い、エンジン150の燃料噴射料その他の制御を実行する。図示を省略したが、これらの制御を可能とするために、EFIECU170にはエンジン150の運転状態を示す種々のセンサが接続されている。

【0037】動力系統には、他にモータMG1、MG2が備えられている。モータMG1、MG2は、同期電動発電機として構成され、外周面に複数の永久磁石を有するロータ132、142と、回転磁界を形成する三相コイルが巻回されたステータ133、143とを備える。ステータ133、143はケース119に固定されている。モータMG1、MG2のステータ133、143に巻回された三相コイルは、それぞれ駆動回路191、192を介してバッテリー194に接続されている。駆動回路191、192は、各相ごとにスイッチング素子としてのトランジスタを2つ1組で備えたトランジスタインバータである。駆動回路191、192は制御ユニット190に接続されている。制御ユニット190からの制御信号によって駆動回路191、192のトランジスタがスイッチングされるとバッテリー194とモータMG1、MG2との間に電流が流れる。モータMG1、MG2はバッテリー194からの電力の供給を受けて回転駆動する電動機として動作することもできるし（以下、この運転状態を力行と呼ぶ）、ロータ132、142が外力により回転している場合には三相コイルの両端に起電力を生じさせる発電機として機能してバッテリー194を充電することもできる（以下、この運転状態を回生と呼ぶ）。

【0038】エンジン150とモータMG1、MG2はそれぞれプラネタリギヤ120を介して機械的に結合されている。プラネタリギヤ120は、サンギヤ121、リングギヤ122、プラネタリピニオンギヤ123を有するプラネタリキャリア124から構成されている。本実施例のハイブリッド車両では、エンジン150のクランクシャフト156はダンパ130を介してプラネタリキャリア軸127に結合されている。ダンパ130はクランクシャフト156に生じる捻り振動を吸収するために設けられている。モータMG1のロータ132は、サンギヤ軸125に結合されている。モータMG2のロータ142は、リングギヤ軸126に結合されている。リングギヤ122の回転は、チェーンベルト129を介して車軸112および車輪116R、116Lに伝達され

る。

【0039】プラネタリギヤ120の動作については、図2の共線図を用いて説明した通りである。本実施例のハイブリッド車両は、プラネタリギヤ120の作用に基づいて、種々の状態で走行することができる。例えば、エンジン150を運転してプラネタリキャリア軸127を回転させると、図2の共線図から明らかな通り、サンギヤ軸125およびリングギヤ軸126が回転する。リングギヤ軸126の回転による動力はそのまま車輪116R、116Lに伝達される。サンギヤ軸125の回転による動力はモータMG1で電力として回生することができる。一方、モータMG2を力行すれば、リングギヤ軸126を介して車輪116R、116Lに動力を出力することができる。エンジン150からリングギヤ軸126に伝達されるトルクが不足する場合にはモータMG2を力行することによりトルクをアシストする。モータMG2を力行するための電力にはモータMG1で回生した電力およびバッテリー149に蓄えられた電力を用いる。モータMG1、MG2の運転を制御すればエンジン150から出力された動力を種々の回転数およびトルクの回転状態に変換して車軸112に出力することができる。

【0040】また、実施例のハイブリッド車両はエンジン150を停止した状態で走行する場合もある。車両が走行を始めた比較的低速な状態では、エンジン150を停止したまま、モータMG2を力行することにより車軸112に動力を伝達して走行する。同様にエンジン150をアイドル運転したまま、走行することもある。

【0041】ところで、本実施例のハイブリッド車両では、車両の車速とエンジン150の回転数との間に一定の制限が設けられている。図6にこの制限を示す。図中の使用可能領域に示す通り、エンジン150の回転数に応じて走行可能な車速の範囲が制限されている。かかる制限は、プラネタリギヤ120の各ギヤの回転数についての機械的な制限に基づくものである。例えば、エンジン150が停止している状態で車両が走行している場合、動作共線は図5に示した状態となる。プラネタリギヤでは、ギヤ比 ρ は1よりも小さいから、サンギヤ121はリングギヤ122の回転数よりも高い回転数で回転する。リングギヤ122の回転数がさらに大きくなると、場合によってはサンギヤ121の回転数が機械的な限界を超える可能性もある。同じ車速で走行している場合であっても、図3に示すようにエンジン150が回転している場合には、サンギヤ121の回転数はそれに比べて低くなる。このようにプラネタリギヤ120の動作原理に基づき、本実施例のハイブリッド車両では、エンジン150の回転数と車速との間に図6に示した制限が設けられているのである。かかる制限に基づき、本実施例のハイブリッド車両はエンジン150からの出力が要求されない場合であってもエンジン150をアイドル運

転しながら走行することがある。

【0042】実施例の動力出力装置の運転全体は制御ユニット190により制御されている。制御ユニット190は、EFIECU170と同様、内部にCPU、ROM、RAM等を有するワンチップ・マイクロコンピュータである。制御ユニット190はEFIECU170と接続されており、両者は種々の情報を伝達し合うことが可能である。制御ユニット190は、エンジン150の制御に必要となるトルク指令値や回転数の指令値などの情報をEFIECU170に送信することにより、エンジン150の運転を間接的に制御することができる。制御ユニット190はこうして、動力出力装置全体の運転を制御しているのである。かかる制御を実現するために制御ユニット190には、種々のセンサ、例えば、車軸112の回転数を知るためのセンサ144などが設けられている。リングギヤ軸126と車軸112は機械的に結合されているため、本実施例では、車軸112の回転数を知るためのセンサ144をリングギヤ軸126に設け、モータMG2の回転を制御するためのセンサと共通にしている。

【0043】(2)トルク制御処理：次に、本実施例におけるトルク制御処理について説明する。トルク制御処理とは、エンジン150およびモータMG1、MG2を制御して、要求されたトルクおよび回転数からなる動力を駆動軸112から出力する処理をいう。本実施例におけるトルク制御処理のフローチャートを図7に示す。このルーチンは制御ユニット190内のCPU（以下、単にCPUという）によって、タイマ割り込みにより所定時間毎に繰り返し実行される。

【0044】トルク制御処理ルーチンが開始されると、CPUは車軸112の目標回転数 N_d^* 、目標トルク T_d^* を設定する（ステップS100）。目標回転数 N_d^* およびトルク T_d^* は、現在の車速やアクセルの踏み込み量などに応じて設定される。フローチャートでは図示を省略したが、この処理においてCPUはこれらの諸量を読み込んでいる。

【0045】次に、CPUはエンジン150の要求動力 P_{e^*} を設定する（ステップS110）。エンジン150の要求動力 P_{e^*} は、車軸112の目標回転数 N_d^* 、トルク T_d^* の積で求められる走行動力と、バッテリー194から充放電される電力と、補機の駆動に要する電力との総和により求められる。例えば、バッテリー194から余剰の電力を放電する必要がある場合には、エンジン150への要求動力 P_{e^*} をその分減少させることができる。また、エアコンなどの補機を動作させる場合には、走行動力の他に補機用の電力に相当する動力をエンジン150から余分に出力する必要がある。

【0046】こうしてエンジン150への要求動力 P_{e^*} が設定されるとCPUはエンジン150の運転ポイント、即ち目標回転数 N_{e^*} 、目標トルク T_{e^*} を設定す

る（ステップS120）。エンジン150の運転ポイントは、基本的には運転効率が最もよくなる運転ポイントマップから選択することにより設定される。

【0047】図8にエンジン150の運転ポイントと運転効率の関係を示す。図中の曲線Bは、エンジン150が運転可能な回転数およびトルクの限界値を示している。図8において $\alpha 1\%$ 、 $\alpha 2\%$ 等で示される曲線は、それぞれエンジン150の効率が一定となる等効率線であり、 $\alpha 1\%$ 、 $\alpha 2\%$ の順に効率が低くなっていくことを示している。図8に示す通り、エンジン150は比較的限定された運転ポイントで効率が大きく、その周囲の運転ポイントでは徐々に効率が低下していく。

【0048】図8中、C1-C1、C2-C2、およびC3-C3で示されている曲線は、エンジン150から出力される動力が一定の曲線であり、エンジン150の運転ポイントは要求動力に応じてこれらの曲線上で選択することになる。C1-C1、C2-C2、C3-C3の順に要求動力が低い状態を示している。例えば、エンジン150への要求動力 P_{e^*} が曲線C1-C1で表される動力に相当する場合、エンジン150の運転ポイントは、曲線C1-C1上で運転効率が最も高くなるA1点に設定される。同様にC2-C2曲線上ではA2点、C3-C3曲線上ではA3点で運転ポイントを選択する。曲線C1-C1、C2-C2、C3-C3上における、エンジン150の回転数と運転効率の関係を図9に示す。なお、図9中の曲線は、説明の便宜上、図8中の3本を例示しているが、要求出力に応じて無数に引くことができる曲線であり、エンジン150の運転ポイントA1点等も無数に選択することができるものである。このようにエンジン150の運転効率の高い点をつなぐことにより描いた曲線が図8中の曲線Aであり、これを動作曲線と呼ぶ。

【0049】エンジン150の要求動力 P_{e^*} が値0である場合、エンジン150は停止またはアイドル運転状態となる。例えばハイブリッド車両がモータMG2からの動力のみで走行する場合や、降坂時などがかかる走行状態に該当する。エンジン150が停止するかアイドル運転となるかについては、種々の条件に基づいて設定される。先に図6で説明した制限に基づき、比較的高い車速では、エンジン150をアイドル運転する。また、エンジン150の暖機が必要と判断された場合などもアイドル運転をする。

【0050】以上の処理により設定されたエンジン150の運転ポイントに基づいて、CPUはモータMG1の目標回転数 N_1^* 、トルク T_1^* を設定する（ステップS130）。エンジン150、即ちプラネタリキャリア軸127の目標回転数 N_1^* と、車軸112つまりリングギヤ軸126の目標回転数 N_d^* が設定されているため、図2の共線図によって、サンギヤ軸125つまりモータMG1の目標回転数 N_1^* を設定することができ

る。もちろん、ステップS130では、図2の共線図から導かれる所定の比例計算式によってモータMG1の目標回転数 $N1^*$ を設定する。

【0051】モータMG1の目標トルク $T1^*$ は基本的にはいわゆる比例積分制御によって設定されるが、本実施例では更に多くの条件を考慮して目標トルク $T1^*$ を設定している。モータMG1の目標トルク $T1^*$ の設定処理のフローチャートを図10に示す。

【0052】この処理では、まずエンジンの目標トルク Te^* を入力する(ステップS150)。この目標トルク Te^* は図7のステップS120で設定された値である。次に、車軸112の回転数 Nd の読み込みを行う(ステップS152)。この回転数は図1に示した回転数センサ144により読み込むことができる。本実施例では回転数センサ144はリングギヤ軸126の回転数を検出している。実際にはリングギヤ軸126から車軸112までの動力の伝達経路に介在するギヤのギヤ比等により、リングギヤ軸126の回転数と車軸112の回転数とは一致しないが、差し支えない。

【0053】CPUは入力した回転数 Nd の絶対値が所定の値 α よりも小さいか否かを判定する(ステップS154)。この処理により車軸112がロックされたか否かを判定するのである。所定の値 α は車軸112がロックされたか否かを判定する基準となる値であり、動力の伝達経路に介在するギヤのギヤ比などを考慮して設定することができる。回転数 Nd の絶対値で判定するのは、前進および後進の双方で妥当な判定を行うためである。図3に示した通り、エンジン150が共振を生じる領域には一定の幅がある。従って、所定の値 α は共振領域の幅に応じた幅で設定することが望ましい。本明細書では説明の便宜上、回転数 Nd の絶対値が所定の値 α よりも小さい場合を車軸112がロックされた場合と呼ぶ。 α の値によっては、車軸112がある程度回転している場合でも本明細書にいうロック状態に該当する場合もある。

【0054】回転数 Nd の絶対値が所定の値 α よりも小さい場合、つまり車軸112がロックされていると判断される場合には、PI制御によってモータMG1の目標トルク $T1^*$ を設定する(ステップS160)。モータMG1の現在の回転数と、上述の目標回転数 $N1^*$ との偏差に基づいて目標トルク $T1^*$ を設定するのである。現在の回転数が目標回転数 $N1^*$ よりも低い場合には目標トルク $T1^*$ は正のトルクとなるし、逆の場合には負のトルクとなる。トルク $T1^*$ を設定する際に用いられるゲインは、実験などにより設定可能である。

【0055】回転数 Nd の絶対値が所定の値 α よりも大きい場合、つまり車軸112がロックしていないと判断される場合、CPUはエンジン150が停止しているか否か(ステップS156)およびアイドル運転をしているか否かを判定する(ステップS158)。エンジン1

50が停止中またはアイドル運転中であると判定された場合にはモータMG1の目標トルク $T1^*$ を値0とする(ステップS162)。エンジン150が停止中でもなく、アイドル運転中でもないと判定された場合にはPI制御によりモータMG1の目標トルク $T1^*$ を設定する(ステップS160)。以上によりモータMG1の目標トルク $T1^*$ を設定すると、目標トルク $T1^*$ 設定処理ルーチンを終了してトルク制御ルーチンに戻る。

【0056】CPUは以上の処理で設定されたエンジン150の運転ポイントおよびモータMG1の運転ポイントに基づいてモータMG2の運転ポイント、つまり目標回転数 $N2^*$ 、目標トルク $T2^*$ を設定する(ステップS200)。モータMG2の目標回転数は図2の共線図に基づいて設定される。つまり、目標回転数 $N2^*$ はリングギヤ軸126の目標回転数 Nd^* と等しい。また、目標トルク $T2^*$ はPI制御により設定される。

【0057】こうして設定された運転ポイントに従って、CPUはモータMG1、MG2およびエンジン150の運転を制御する(ステップS210)。モータMG1、MG2の制御は設定された目標回転数と目標トルクとに応じて各モータの三相コイルに印加する電圧が設定され、現時点での印加電圧との偏差に応じて、駆動回路191、192のトランジスタのスイッチングを行うのである。同期モータを制御する方法については、周知であるため、ここでは詳細な説明を省略する。

【0058】エンジン150についても、設定された運転ポイントで運転するための制御処理は周知であるため、ここでは説明を省略する。但し、実際にエンジン150の制御を行うのはEFIECU170である。従って、トルク制御ルーチンでのステップS700における処理では、制御ユニット190からEFIECU170にエンジン150の運転ポイント等の必要な情報を送信する処理が行われる。かかる情報を送信することにより制御ユニット190のCPUは間接的にエンジン150の運転を制御する。なお、エンジン150がアイドル運転している場合、その回転数は1000rpm~1300rpmの範囲でエンジン150の水温に応じて設定されるアイドル回転数を維持するように制御される。

【0059】以上で説明した動力出力装置によれば、エンジン150が停止中やアイドル運転中にモータMG1の目標トルク $T1^*$ を0にすることによって、エンジン150の回転数の変動や動力出力装置の振動などに起因して生じるモータMG1の回転数の変動に基づいて、モータMG1が力行運転したり回生運転したりすることを回避できる。また、エンジン150の制御とモータMG1の制御との相互作用によって、エンジン150の運転が不安定になる現象を回避することができる。また、モータMG1の運転に伴って、バッテリー194の過充電や過放電が生じることを回避することができる。なお、かかる効果は、上記実施例において図10のステップS1

54における判定、即ち車軸がロックしているか否かの判定を省略した場合でも得ることができる。

【0060】また、上記実施例では図10で示した通り、車軸112がロックしている場合には、エンジン150が停止またはアイドル運転中であっても、PI制御によってモータMG1のトルク $T1^*$ を設定する（ステップS160）。例えば、図3に示した通り、エンジン150がアイドル運転状態で車両が走行している場合を考える。先に説明した通り、車軸がロックしてリングギヤ軸126の回転数が低下した場合、モータMG1のトルクが値0であれば共線図は図3中の破線で示した状態となる。このときエンジン150の回転数は共振領域に入るため、動力出力装置の運転は不安定となる。本実施例の動力出力装置では、かかる場合にモータMG1から共線図に基づいて設定されたトルク、つまりエンジン150の回転数を維持するトルクを出力する。従って、共線図は図3中の一点鎖線のようになり、エンジン150の回転数は変動しない。この結果、本実施例では動力出力装置を安定して運転することができる。また、仮にエンジン150の回転数が共振領域に入ったとしても、共振領域に滞留することなく速やかに離脱させることができる。

【0061】エンジンを停止したまま後進している際に車軸112がロックした場合（図4）や、前進している際に車軸112がロックした場合（図5）などにおいても同様に、モータMG1からトルクを出力することによりエンジン150が共振領域に入ったり逆転したりすることを防止できる。

【0062】なお、本実施例では図10の目標トルク $T1^*$ 設定処理において、車軸112がロックしている場合にモータMG1から所定のトルクを出力するものとしている（ステップS154、S160）。エンジン150が停止またはアイドル運転中に、車軸112が一旦ロックした後、ロック状態から解放されれば直ちにモータMG1のトルク $T1^*$ は値0になる。これに対し、車軸112がロック状態から解放された後、所定の期間が経過するまではモータMG1から所定のトルクを出力するようにすることもできる。車軸112がロック状態から解放された直後は再びロック状態に入る可能性が高いため、車軸112の回転数が十分安定するまでモータMG1からトルクを出力することにより、より安定した運転を実現することができる。但し、この所定の期間を長くすると、モータMG1の制御に起因する問題が生じる可能性がある。従って、所定の期間は車軸112が再びロックする可能性と、モータMG1の制御に起因する問題が生じる可能性の両者を考慮しつつ、実験などにより設定される。なお、所定の期間は必ずしも「時間」で設定する必要はなく、制御処理ルーチンを実行するステップ数などで設定しても構わない。

【0063】また、上記実施例では車軸112がロック

するか否かの判断基準となる所定の値 α を一定値としている。これに対し所定の値 α を車速に応じて変動するものとすることもできる。図3に示した通り、車軸112がロックした際にエンジン150が共振を生じる領域に入るか否かは、そのときのサンギヤ121の回転数によっても変わる。例えば、図3に示した状態よりも車速が低く、サンギヤ121の回転数が高い状態から車軸112がロックすれば、エンジン150の回転数は低下するものの、共振領域に入らずに済む場合もある。従って、所定の値 α を車速に応じて設定したマップを用意し、所定の値 α を車速に応じて変動させれば、ハイブリッド車両の運転状態をより適切に制御することが可能となる。

【0064】本発明を適用するハイブリッド車両の構成としては、図1に示した構成の他、種々の構成が可能である。図1では、モータMG2がリングギヤ軸126に結合されているが、モータMG2が結合されていない構成であっても本発明を適用することが可能である。また、モータMG2がエンジン150のクランクシャフト156に結合された構成をとることもできる。かかる構成例を図11に示す。図11では、エンジン150、モータMG1、MG2のプラネタリギヤ120に対する結合状態が図1の実施例と相違する。プラネタリギヤ120のサンギヤ121にモータMG1が結合され、プラネタリキャリアにエンジン150のクランクシャフトが結合されている点では図1と同じである。図11では、モータMG2がリングギヤではなくエンジン150のクランクシャフトに直接結合されている点で図1の実施例と相違する。かかる構成においても車軸の回転数の変動に伴ってエンジン150の回転数は影響を受けるため、本発明を適用することができる。なお、図11の構成では、図10で示した処理によってモータMG1のトルクを設定する態様で本発明を適用する場合の他、同様の処理内容によってモータMG2のトルクを設定する態様によっても本発明を適用することができるを設定する態様によっても本発明を適用することができる。

【0065】以上、本発明の実施の形態について説明したが、本発明はこうした実施の形態に何等限定されるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲内において、種々なる形態で実施し得ることは勿論である。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施例としての動力出力装置を用いたハイブリッド車両の概略構成を示す構成図である。

【図2】実施例の動力出力装置の作動原理を説明する共線図である。

【図3】エンジンがアイドル運転している場合の共線図である。

【図4】エンジン停止で後進している場合の共線図である。

【図5】エンジン停止で前進している場合の共線図である。

【図6】車速とエンジンの回転数制限との関係を示す説明図である。

【図7】トルク制御ルーチンのフローチャートである。

【図8】エンジンの運転ポイントと運転効率との関係を示すグラフである。

【図9】要求動力一定の場合の、エンジン回転数と運転効率との関係を示すグラフである。

【図10】目標トルク $T1$ *設定処理ルーチンのフローチャートである。

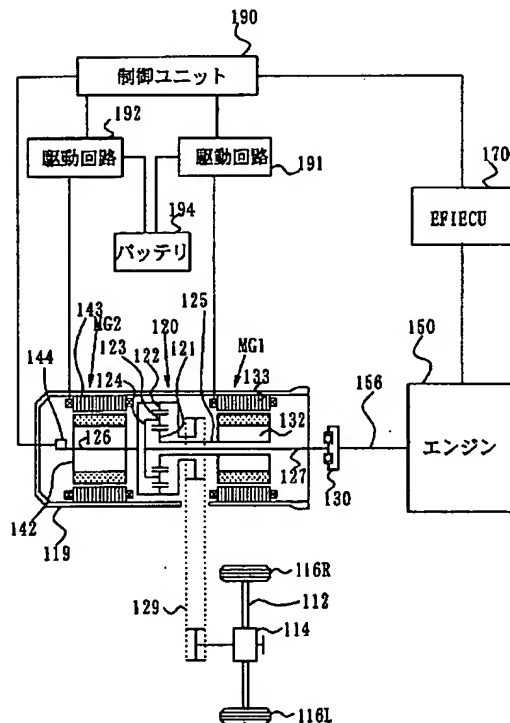
【図11】本実施例のハイブリッド車両の変形構成例を示す説明図である。

【符号の説明】

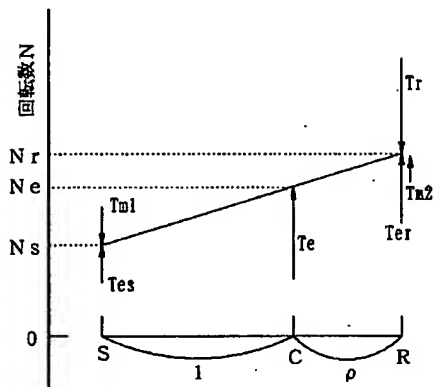
112…車軸
114…ディファレンシャルギヤ
116R、116L…駆動輪
119…ケース
120…プラネタリギヤ
121…サンギヤ
122…リングギヤ
123…プラネタリピニオンギヤ

124…プラネタリキャリア
125…サンギヤ軸
126…リングギヤ軸
127…プラネタリキャリア軸
129…チェーンベルト
130…ダンパ
132…ロータ
133…ステータ
142…ロータ
143…ステータ
144…レゾルバ
150…エンジン
156…クランクシャフト
170…EFI ECU
190…制御ユニット
191…第1の駆動回路
192…第2の駆動回路
194…バッテリー
MG1、MG2…モータ

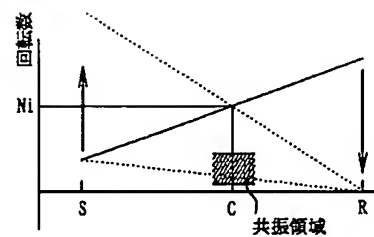
【図1】



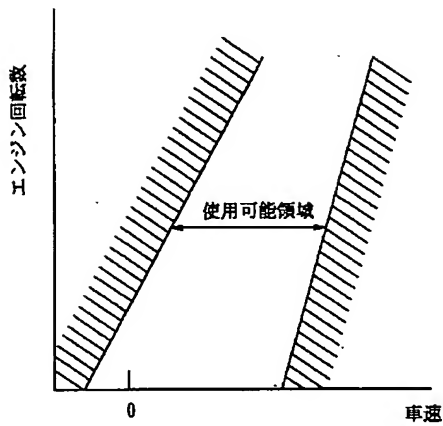
【図2】



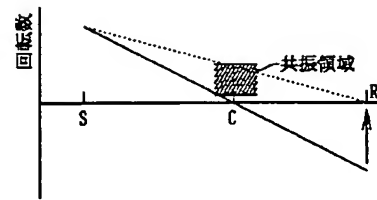
【図3】



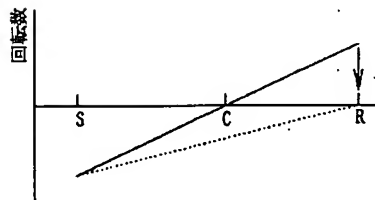
【図6】



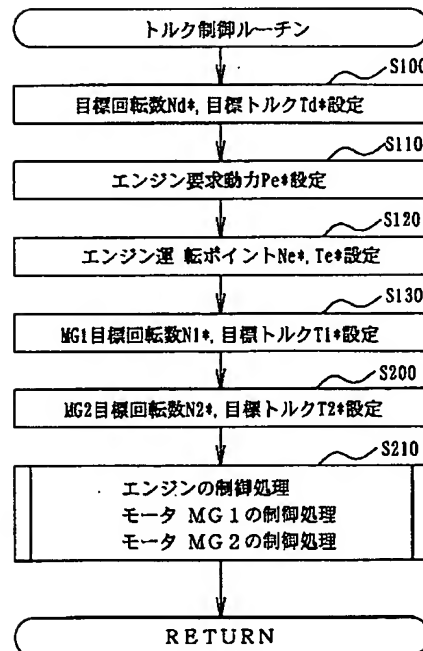
【図4】



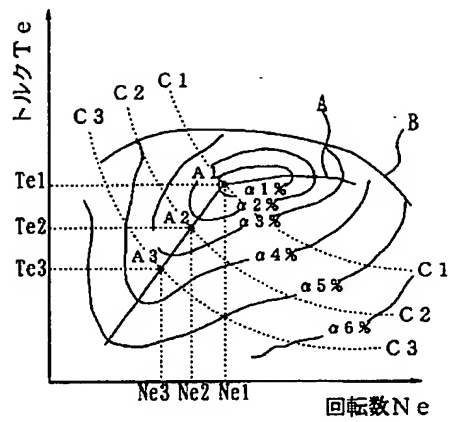
【図5】



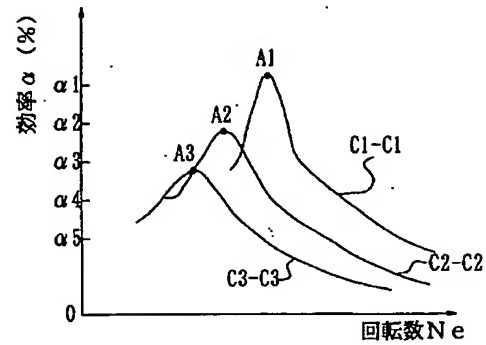
【図7】



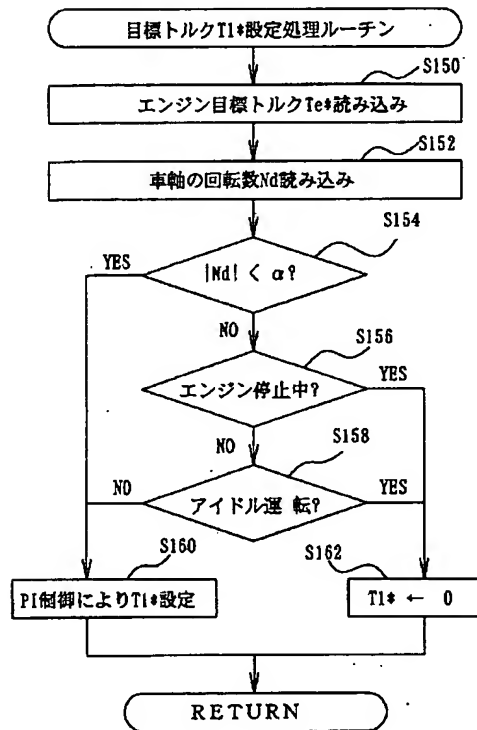
【図8】



【図9】



【図10】



【図 11】

